

調湿形建築用仕上塗材の実空間レベルでの調湿効果

その3 各種条件下での調湿効果

正会員 ○越中谷光太郎*1 同 田村昌隆*2
同 成田泰章*3 同 野崎淳夫*4

調湿 建築用仕上塗材 内装用仕上塗材
吸放湿 湿度予測 けい藻土塗材

1. はじめに

持続可能な社会の実現が全世界的な課題となっており、その一環としてSDGsなどの取組み等が挙げられるが、その中でも気候強靱性や温室効果ガスの抑制が大きな課題となっている。そのような状況の中、電力等のエネルギーを利用せずに室内の湿度変化をコントロールする技術として調湿機能を持った内装材が注目されているが、その効果は実験室における小型試験体によって評価されることが多く、実空間での検証報告は少ない。

本報では前報¹⁾で得られた知見を用い、小型試験体と実大チャンバーによる調湿試験結果をもとに、様々な状況における湿度シミュレーション結果を報告する。

2. 実スケールにおける湿度予測手法

前報では、野崎ら³⁾による空気汚染物質発生源及び除去機構が混在する一般的な室内における室内汚染物質濃度の予測手法を応用し、式(1)を用いた実大スケールにおける居室の絶対湿度の予測式を提案した。

$$C = C_1 e^{-\frac{Q+q_{eq}A}{R}t} + \frac{M + QC_0}{Q + q_{eq}A} \left(1 - e^{-\frac{Q+q_{eq}A}{R}t}\right) \quad (1)$$

ここで、 C : 室内絶対湿度 [g/m³],

Q : 室換気量 [m³/h],

C_1 : 初期室内絶対湿度 [g/m³],

q_{eq} : 仕上塗材の単位面積当たりの吸湿能力 [m³/h · m²],

A : 仕上塗材の有効表面積 [m²],

R : 室気積 [m³],

M : 室内における水分発生量 [g/h],

C_0 : 供給空気の絶対湿度 [g/m³],

t : 時間 [h] とする。

3. JIS A 6909 における吸放湿量と予測式の係数である吸湿能力 q_{eq} の関係性の検討

3.1 小型試験体による実験

3種類の仕上塗材を300×300×9.5mmのせっこうボードに施工し、JIS A 6909（建築用仕上塗材）の7.9（吸放湿試験）によって測定した吸放湿量の結果を表1に示す。

表1 JIS A 6909 によって測定した吸放湿量

	仕上塗材 A	仕上塗材 B	仕上塗材 C
吸放湿量[g/m ²]	50	120	210

3.2 実大チャンバーによる実験

表1の仕上塗材 A, B 及び C を 9.5mm 厚のせっこうボード（総面積 6.08 m²）に施工し、図1に示すような 5 m³ チャンバー内の壁面及び中央に配置し、仕上塗材 A は加湿速度 20mL/h, 仕上塗材 B は 40mL/h, 仕上塗材 C は 70mL/h の条件で実験した際のチャンバー内の絶対湿度の推移と、式(1)の予測式で求めた室内絶対湿度の結果との差異が最小になるように吸湿能力 q_{eq} をそれぞれ求めた。JIS A 6909 による実験で求められた吸放湿量 B と実大チャンバーによる試験で求められた吸湿能力 q_{eq} の関係を図2に、また関係式を(2)に示す。

$$q_{eq} = 0.0025B + 0.0084 \quad (2)$$

ここで、 B : JIS A 6909 における吸放湿量[g/m²]とする。

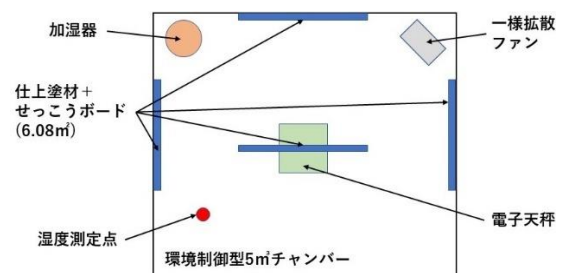


図1 試験体の配置図

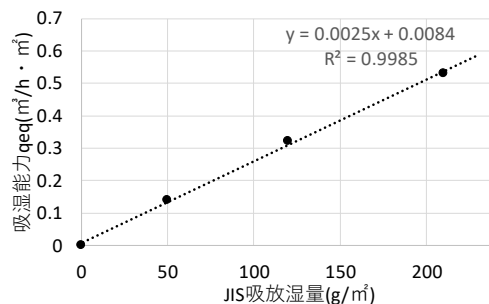


図2 JIS A 6909 の吸放湿量と吸湿能力 q_{eq} との関係

4. 湿度シミュレーション

4.1 気象データを用いた夏場における居室の湿度予測

表2に予測に用いる居室の諸条件を示す。2018年7月15日の東京におけるアメダスの気圧・気温・相対湿度の外気データを元に、式(1)及び式(2)を用いて0.5回/h換気をした居室における湿度シミュレーションの結果を図3に示す。調湿性の無い壁材の場合には居室の湿度は外気湿度の変化と同様の挙動を示すが、JIS A 6909 吸放湿性試

験の品質基準値である吸放湿量 $70\text{g}/\text{m}^2$ の仕上塗材であれば居室内の湿度を低く抑えていることが確認できる。

表 2 居室の諸条件（夏場）

室内初期相対湿度	50 %
室気積（居室の体積）	30 m^3
室換気量	$15\text{ m}^3/\text{h}$ (0.5 回/h)
仕上塗材の有効表面積	21 m^2 （壁面 3 面を想定）

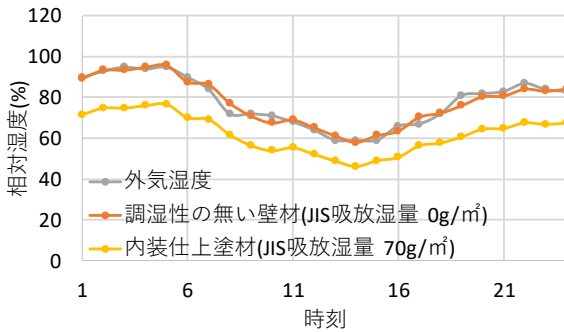


図 3 夏場の湿度シミュレーション

4.2 冬場の居室を想定した結露の発生予測

表 3 に予測に用いる居室の諸条件を示す。居室内の換気量を $0\text{ m}^3/\text{h}$ とし、初期室温 22°C 、初期相対湿度 60% の居室が 30 分 (0.5h) 毎に室温が 2°C ずつ下がることを想定（冬場の暖房を止めた後の居室を想定）した場合の居室内の相対湿度のシミュレーション結果を図 4 に示す。調湿性の無い壁材の場合には居室内の相対湿度が 100% を超えるため結露が発生する恐れがあるが、調湿性を有する仕上塗材であれば相対湿度を 100% 以下に抑制することができるため結露発生の防止効果が期待できる。

表 3 居室の諸条件（結露）

初期室温	22°C
室内初期相対湿度	50 %
室気積（居室の体積）	30 m^3
室換気量	$0\text{ m}^3/\text{h}$ （無換気）
仕上塗材の有効表面積	21 m^2 （壁面 3 面を想定）

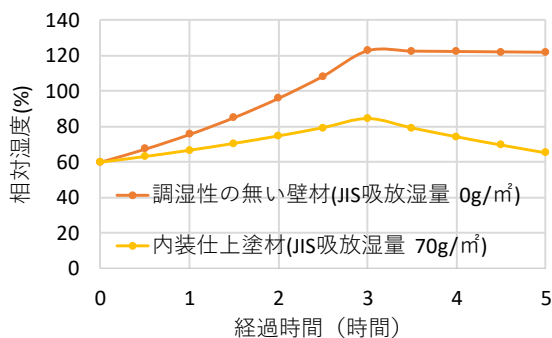


図 4 結露発生に係るシミュレーション

4.3 結露の発生を抑制するために必要な塗付け面積

「4.2 結露の発生予測」においては仕上塗材を壁面 3 面 (21 m^2) に施工することを想定していたが、施工面積を 1 面 (7 m^2)、2 面 (14 m^2) としたときの居室内の相対湿度のシミュレーション結果を図 5 に示す。なお、用いる仕上塗材の JIS A 6909 における吸放湿量は $70\text{g}/\text{m}^2$ とする。1 面のみの施工を想定した場合には居室内の相対湿度が 100% を超えるため結露発生の恐れがあるが、2 面以上の施工では相対湿度を 100% 以下に抑えることができるため結露発生の防止効果が期待できる。

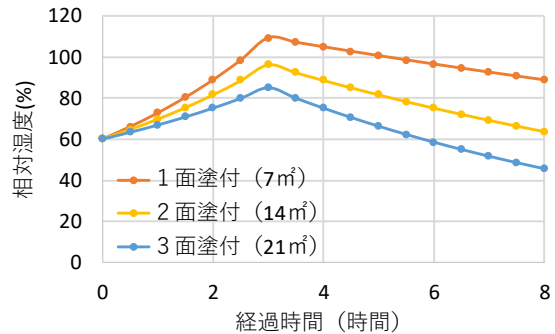


図 5 結露発生に係るシミュレーション（施工面積毎）

5. まとめ及び今後の課題

- 前報で提案した実スケールにおける湿度予測式と、実験室レベルでの検証結果並びに実大チャンバーにおける加湿試験の結果を検討することにより、JIS A 6909 における小型試験体の吸放湿量から、実スケールにおける湿度予測式の係数である吸湿能力 q_{eq} を求める手法を提案した。
- JIS A 6909 における小型試験体の吸放湿量から、実スケールの居室内相対湿度のシミュレーションを行うことにより、「夏場における居室内の相対湿度予測」、「室温が低下する居室における結露発生予測」を行った。また、「仕上塗材の施工面積の違いによる居室における結露発生予測」を行った。
- 本報で提案した手法を用いることにより、実空間で実際に仕上塗材の施工や湿度変化の測定をせずとも、実験室レベルでの実験結果から居室内の湿度予測を行うことができる可能性が示された。一方、予測式に使用する係数と JIS A 6909 における吸放湿量の関係性を求めるための実験データが少ないこと、予測結果と実空間での実際の湿度変化の相関性の確認を行うことが今後の課題となっている。

【引用文献】

- 高崎健輔他：調湿形建築用仕上塗材の実空間レベルでの調湿効果その 1，日本建築学会大会学術講演梗概集，pp.917-918, 2017.9
- 成田泰章他：調湿形建築用仕上塗材の実空間レベルでの調湿効果その 2，日本建築学会大会学術講演梗概集，pp.919-920, 2017.9
- 野崎淳夫他：家庭用空気清浄機の汚染物質除去性能と室内濃度予測に関する研究，日本建築学会環境系論文集，第 576 号，pp.37-42, 2004.2

*1 日本建築仕上材工業会
 *2 ロックペイント
 *3 暮らしの科学研究所
 *4 東北文化学園大学大学院 教授

*1 Japan Building Coating Materials Association
 *2 Rock Paint Co., Ltd
 *3 Life Science Research Laboratory Co., Ltd
 *4 Prof., Graduate School of Tohoku Bunka Gakuen University